

VISION DISPLAY DEVICE.

PUB. NO.: 05-303056 [JP 5303056 A]  
PUBLISHED: November 16, 1993 (19931116)  
INVENTOR(s): KENNO KOKICHI  
APPLICANT(s): OLYMPUS OPTICAL CO LTD [000037] (A Japanese Company or Corporation), JP (Japan)  
APPL. NO.: 04-106913 [JP 92106913]  
FILED: April 24, 1992 (19920424)  
INTL CLASS: [5] G02B-027/02; G02B-013/18; G02B-017/08  
JAPIO CLASS: 29.2 (PRECISION INSTRUMENTS -- Optical Equipment)  
JOURNAL: Section: P, Section No. 1697, Vol. 18, No. 106, Pg. 112, February 21, 1994 (19940221)

ABSTRACT

PURPOSE: To obtain the portable type vision display device which can observe an image in which an image distortion scarcely exists.

CONSTITUTION: In the vision display device provided with a two-dimensional display element 7 for displaying an observation image, and an eyepiece optical system 6 for enlarging and projecting the two-dimensional display element 7 or its real image into the air, and also, bending an optical axis, the eyepiece optical system 6 is constituted of an aspherical concave mirror, and the concave mirror 6 is constituted so that a curvature of the surface in the direction (X direction) being orthogonal to the surface (Y-Z surface) for bending the optical axis becomes gradually higher as it goes toward the direction (-Y direction) for bending the optical axis, in the case it is looked at from an eyeball 1 of an observer.

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-303056

(43)公開日 平成5年(1993)11月16日

(51)Int.Cl.<sup>4</sup>

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

G 0 2 B 27/02

A 9120-2K

13/18

8106-2K

17/08

A 8106-2K

審査請求 未請求 請求項の数1(全 7 頁)

(21)出願番号

特願平4-106913

(22)出願日

平成4年(1992)4月24日

(71)出願人 000000376

オリンパス光学工業株式会社

東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号

(72)発明者 研野孝吉

東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号オリン

パス光学工業株式会社内

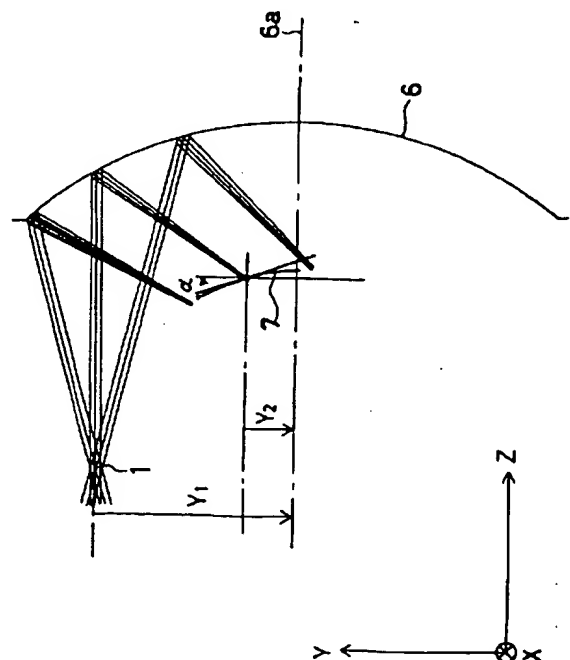
(74)代理人 弁理士 荏澤 弘 (外7名)

(54)【発明の名称】 視覚表示装置

(57)【要約】

【目的】 像歪みの少ない像を観察することができるポータブル型視覚表示装置。

【構成】 観察像を表示する2次元表示素子7と、2次元表示素子7又はその実像を空中に拡大投影すると共に光軸を屈曲させる接眼光学系6とを備えた視覚表示装置において、接眼光学系6が非球面凹面鏡で構成され、凹面鏡6を、光軸を屈曲させる面(Y-Z面)直交する方向(X方向)での面の曲率が、観察者の眼球1から見て、光軸を屈曲させる方向(-Y方向)に行くに従って次第に高くなるように構成されている。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 観察像を表示する2次元表示素子と、該2次元表示素子又はその実像を空中に拡大投影すると共に光軸を屈曲させる接眼光学系とを備えた視覚表示装置において、前記接眼光学系が非球面凹面鏡で構成され、該凹面鏡を、光軸を屈曲させる面と直交する方向での面の曲率が、観察者の眼球から見て、光軸を屈曲させる方向に行くに従って次第に高くなるように構成したことを特徴とする視覚表示装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、ポータブル型視覚表示装置に関し、特に、観察者の頭部又は顔面に保持することを可能とする頭部又は顔面装着式視覚表示装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】従来、顔面装着式視覚表示装置として、図10に平面図を示したようなものが知られている（米国特許第4026641号）。これは、CRTのような画像表示素子46の像を画像伝達素子25で物体面12に伝達し、この物体面12の像をトーリック反射面10によって空中に投影するようにしたものである。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】ところで、このような顔面装着式視覚表示装置にとって、装置全体の大きさを小さくすることが、装着性を損なわなくするために重要な点となる。装置全体を小さくするために、2次元画像表示素子を観察者頭部の上部に配置するか、頭部の横に配置する構成とする必要がある。そのためには、前方を観察する観察者の光軸を反射させると共に、反射した光軸を観察者眼球位置の横に屈曲（角度偏向）させる偏心反射面を用いることが重要である。ただし、ここで言う光軸とは、観察者眼球の虹彩中心又は眼球回旋中心を通過する光線で、2次元画像表示素子の表示中心を射出する、いわゆる軸上光線を言う。

【0004】また、その反射面が凹面でない場合、画像表示素子を大きなものとしないと、広い画角を確保することが難しくなり、装置全体が大きなものになってしまう。さらに、広い画角を確保することは、画像観察時の臨場感を上げるために必要であるため、大きな反射面を配置する必要がある。

【0005】以上2点から、顔面装着式視覚表示装置の光学的配置は、観察者の眼球直前に比較的大きな凹面鏡を配置することが必要となる。

【0006】しかし、上記の構成をとり、広い観察画角を確保するために凹面鏡を大きくすると、台形の像歪みが発生する。以下、この台形の像歪みが発生する原因について、図1を使って説明する。

【0007】図1は、図の観察者虹彩位置から2次元画像表示素子又は2次元画像表示素子の投影位置までの光

束の様子を鳥瞰図にしたものである。図1では、観察者右目に対する本発明の視覚表示装置の光学的配置を示しており、この図において、Y軸は、凹面鏡6が光軸を屈曲させている方向であり、観察者にとっては水平方向になり、Y軸正の方向は観察者頭部の中心方向すなわち左方向に相当する。X軸は、観察者にとって上下方向に当たり、X軸正の方向は観察者頭部下方に相当する。

【0008】図1中、1は観察者虹彩位置又は眼球回旋位置である。2は観察者にとって左側水平方向15°の観察画角の光束であり、3は同じく左側15°の下方10°の光束である。4は観察者にとって右側水平方向15°の観察画角の光束であり、5は同じく右側15°の下方10°の光束である。6は前記接眼光学系である凹面鏡であり、7は2次元画像表示素子又は2次元画像表示素子の投影像を配置する凹面鏡6の焦点面である。

【0009】ここで、図1では、説明のため、観察者にとって長方形に観察される理想的光束が凹面鏡6によってどのように結像されるかを示すために、観察者眼球位置1から凹面鏡焦点7まで光線の逆追跡を行っている。

【0010】図1の凹面鏡焦点面7では、従来の球面又は非球面（トーリック面、アナモルフック面、放物面、楕円面）等では、焦点面7のY'軸の正負によってX'軸方向の像の高さが異なってくる台形の像歪みが発生する。これは、図1の1の観察者の眼球回旋中心又は虹彩近傍に配置する接眼光学系6の射出瞳から凹面反射鏡6までの光学的距離が、観察者の観察方向であるY軸方向の画角によって大きく異なってくるためである。つまり、凹面反射鏡6の光軸とその瞳1が偏心しているため、図1の1からY軸方向負の向きに観察される光束4、5においては、同じくY軸方向の正の向きに観察される光束2、3に比べて、凹面反射鏡6当たって反射するまでの光学的距離が長いために、十分に広がってから反射する。つまり、凹面鏡6に光束が当たる時に、光束4と5の間隔は、光束2と3の間隔に比べ大きく広がっている。

【0011】以上の理由により、光軸を傾けて配置した接眼光学系である凹面鏡6によって光軸を屈曲させている偏心光学系では、光軸を屈曲させる方向と直交する方向（図1においては、X軸方向）の像高が光軸を屈曲させる方向（Y軸の正と負）によって異なってくる。このため、観察者にとっては、台形の像歪みとして観察される。

【0012】従来のトーリック面を反射鏡に用いた例では、図11に示すような像歪みが発生する。また、反射面に楕円面を用いた場合の像歪みは、図12に示すようになり、球面を用いても同じように台形になる像歪みが発生する。そのため、従来技術では歪んだ像しか観察できないために、不自然な観察像となってしまう。なお、図11、12において、左右15°、下方10°の長方形の理想的像の大きさを破線で示し、発生した像歪みに

よる像を実線で示している。座標の取り方は図1と同じである。

【0013】また、両眼で同時に同じ像を観察する場合に、右目と左目で同一方向の像を観察しようとする際、像の大きさが異なり、像が融像し難くなったり、全く融像できずに二重像に観察される。

【0014】さらに、左右で視差を持った像を観察させ、立体視を行おうとした場合に、左右の像が融像しないと、立体感が得られなくなってしまう。

【0015】本発明はこのような問題点を解決するためになされたものであり、その目的は、像歪みの少ない像を観察することができるポータブル型視覚表示装置を提供することである。

【0016】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成する本発明の視覚表示装置は、観察像を表示する2次元表示素子と、該2次元表示素子又はその実像を空中に拡大投影すると共に光軸を屈曲させる接眼光学系とを備えた視覚表示装置において、前記接眼光学系が非球面凹面鏡で構成され、該凹面鏡を、光軸を屈曲させる面と直交する方向での面の曲率が、観察者の眼球から見て、光軸を屈曲させる方向に行くに従って次第に高くなるように構成したことを特徴とするものである。

【0017】

【作用】以下、上記構成を採用した理由と作用について説明する。本発明では、接眼光学系である凹面反射鏡の光軸を屈曲する面と直交する面の方向の部分的曲率が、光軸を屈曲させる方向に沿って次第にきつくなる非球面凹面鏡を用いることによって、前記の台形の像歪みを補正することに成功したものである。

【0018】本発明の作用について、図1を用いて説明する。X軸方向の像高が小さくなってしまうY軸正（光束屈曲方向と反対側）の光束2と3においては、反射鏡6に当たってから反射鏡の焦点面7に達するまでに、光束2と3の光軸間隔は、光束2、3が反射する部位の\*

$$Z = \left[ \left( X^2/R_x \right) + \left( Y^2/R_y \right) \right] / \left[ 1 + \left\{ 1 - (1+K_x) \left( X^2/R_x \right)^2 - (1+K_y) \left( Y^2/R_y \right)^2 \right\}^{1/2} \right] \\ + AR \left[ (1-AP) X^2 + (1+AP) Y^2 \right]^2 \\ + BR \left[ (1-BP) X^2 + (1+BP) Y^2 \right]^3 \\ + CR \left[ (1-CP) X^2 + (1+CP) Y^2 \right]^4$$

ここで、 $K_x$ はX方向の円錐係数、 $K_y$ はY方向の円錐係数、AR、BR、CRはそれぞれ回転対称な4次、6次、8次の非球面係数、AP、BP、CPはそれぞれ非\*

\* X軸方向の曲率を比較的緩くすることによって、X軸方向の像高が小さくなるのを補正することが可能となる。

【0019】一方、X軸方向の像高が大きくなってしまうY軸負（光束屈曲方向と同方向）の光束4と5においては、反射鏡6に当たってから反射鏡の焦点面7に達するまでに、光束4と5の光軸間隔は、X軸方向の曲率を比較的きつくすることによって、X軸方向の像高が大きくなるのを補正することが可能となる。

【0020】したがって、凹面反射鏡6の偏心配置による台形の像歪みを補正することができる。

【0021】

【実施例】以下、本発明の視覚表示装置の実施例1〜3について説明する。

実施例1

図2を参照にしてこの実施例を説明する。図2は図1のY軸方向断面であり、凹面鏡6の観察者虹彩位置又は眼球回旋中心位置1に対する偏心の与え方は図1の座標系による。図中、7は2次元画像表示素子又は2次元画像表示素子の投影像であり、6は凹面アナモフィックアスフェリカル反射鏡であり、1は観察者虹彩位置又は眼球回旋中心位置（以下、射出瞳と言う。）である。凹面反射鏡6の軸を6aとし、射出瞳1中心から反射鏡6の軸6aまでの距離（偏心量）を $Y_1$ 、2次元画像表示素子7中心から軸6aまでの距離（偏心量）を $Y_2$ とする。図2の座標系の場合、偏心量 $Y_1$ 、 $Y_2$ はどれも負で与えられる。また、2次元画像表示素子7中心に接する面に対する軸6aに垂直な面の傾き角を $\alpha$ とする。図の場合、 $\alpha$ は正である。

【0022】以下、この光学系の構成パラメータを示すが、面番号は、射出瞳1位置から2次元画像表示素子7へ向かう逆追跡の面番号として示してある。非球面形状は、座標系を図示のようにとり、凹面反射鏡6及び2次元画像表示素子7の近軸の曲率半径を、上下方向（X-Z面）を $R_x$ 、左右方向（Y-Z面）を $R_y$ とすると、次の式で表される。

※対称な4次、6次、8次の非球面係数である。

【0023】

面番号	曲率半径	面間隔	偏心量
1	射出瞳 (1)	50.0	$Y_1$ -28.285
2	$R_y$ 59.071 (6) $R_x$ 43.981 (非球面)	22.39	$Y_2$ -6.0247
3	$R_y$ 36.164 (像面7) $R_x$ 10.699		

## (非球面)

## 非球面係数

## 第2面(凹面鏡6)

$$\begin{aligned} K_y &= 0 & K_x &= 0 \\ AR &= -0.127331 \times 10^{-5} & AP &= -0.585287 \\ BR &= 0 & BP &= 0 \\ CR &= 0 & CP &= 0 \end{aligned}$$

## 第3面(像面7)

$$\begin{aligned} K_y &= 0 & K_x &= 0 \\ AR &= 0 & AP &= 0 \\ BR &= 0 & BP &= 0 \\ CR &= 0 & CP &= 0 \end{aligned}$$

$$\alpha = 15.8529^\circ$$

この実施例の像歪みを図4に示す。図4において、点線は理想的像位置を示し、実線はこの光学系の実際の結像位置を示す。また、この実施例の横収差図を図7に示す。図中、(a)は瞳1中心を通り軸6aに平行な直線から左側(+Y方向)15.0°にある像を見た時の左\*

面番号	曲率半径
1	射出瞳 (1)
2	52.0154 (6) (非球面)
3	29.8172 (像面7)

## 非球面係数

## 第2面(凹面鏡6)

$$\begin{aligned} K &= 0 \\ A &= -0.124395 \times 10^{-5} \\ B &= 0 \\ C &= 0 \\ \alpha &= 12.318^\circ \end{aligned}$$

この実施例の像歪みを図5に示す。また、この実施例の横収差図を図8に示す。表記方法は、それぞれ図4、図7と同様である。

## 【0026】実施例3

この実施例は、図3に示すように、2次元画像表示素子7の像を、リレー光学系8を用いて、凹面鏡6の物体面(焦点面)9に空間像として結像しているものである。凹面鏡6はアナモフィックアスフェリカル反射鏡である。リレー光学系8の光軸を8aとし、射出瞳1中心に

対する反射鏡6の軸6aの偏心量を $Y_1$ 、リレー光学系※40

面番号	曲率半径	間隔
1 (1)	射出瞳	50.0
2 (6)	$R_y$ 65.909 $R_x$ 39.151 (非球面)	
3 ( $r_1$ )	-17.439	4.0 ( $d_1$ )
4 ( $r_2$ )	-16.374	1.0 ( $d_2$ )
5 ( $r_3$ )	40.383	4.0 ( $d_3$ )
6 ( $r_4$ )	-43.930	1.0 ( $d_4$ )
7 ( $r_5$ )	10.688	6.0 ( $d_5$ )

\*右方向及び上下方向の収差、(b)はこの直線方向にある像を見た時の左右方向及び上下方向の収差、(c)はこの直線から右側(-Y方向)15.0°にある像を見た時の左右方向及び上下方向の収差である。

## 【0024】実施例2

この実施例は、基本的に実施例1と同じである。異なる点は、凹面鏡6が回転対称非球面反射鏡からなる点である。以下、実施例1と同様な記号を用いて光学系のパラメータを示す。なお、非球面形状は、座標系を図2のようにとり、Rを近軸曲率半径とすると、次の式で表される。

$$Z = (h^2/R) / [1 + \{1 - (1+K)(h^2/R^2)\}^{1/2}] + Ah^4 + Bh^6 + Ch^8$$

$$(h^2 = X^2 + Y^2)$$

ここで、Kは円錐係数、A、B、Cはそれぞれ4次、6次、8次の非球面係数である。

## 【0025】

面間隔	偏心量
50.0	$Y_1$ -28.285
22.398	$Y_2$ -6.025

※8の第1面中心に対する軸6aの偏心量を $Y_2$ 、2次元表示素子7中心からリレー光学系8の光軸8aのY軸方向の偏心量を $Y_3$ 、リレー光学系8の光軸8aに対する凹面鏡6の軸6aの傾き角を $\alpha_1$ 、2次元表示素子7の表示面に対するリレー光学系8の光軸8aに垂直な面の傾き角を $\alpha_2$ とする。したがって、図3の場合、 $Y_1$ は負、 $Y_2$ は正、 $Y_3$ は負であり、 $\alpha_1$ は正、 $\alpha_2$ は正で与えられる。

【0027】以下、この光学系の構成パラメータを示すが、面番号は、射出瞳1位置から2次元画像表示素子7へ向かう逆追跡の面番号として示してある。また、面間隔は、射出瞳1と凹面鏡6の間については、射出瞳1中心と凹面鏡6中心間のZ軸方向の間隔、リレー光学系8の第1面からその像面(2次元画像表示素子7)に到る間隔は、光軸8aに沿う間隔で示してある。リレー光学系8については、第1面から第7面のレンズ面を $r_1 \sim r_7$ で、面間隔を $d_1 \sim d_7$ で示す。

面番号	曲率半径	間隔	偏心量	傾き角	屈折率
1 (1)	射出瞳	50.0	$Y_1$ -28.285		
2 (6)	$R_y$ 65.909 $R_x$ 39.151 (非球面)		$Y_2$ 28.2546	$\alpha_1$ 53.1889°	
3 ( $r_1$ )	-17.439	4.0 ( $d_1$ )			1.72916
4 ( $r_2$ )	-16.374	1.0 ( $d_2$ )			
5 ( $r_3$ )	40.383	4.0 ( $d_3$ )			1.72916
6 ( $r_4$ )	-43.930	1.0 ( $d_4$ )			
7 ( $r_5$ )	10.688	6.0 ( $d_5$ )			1.51633

7  
 8 (  $r_6$  ) -16.881      2.0 (  $d_6$  )  
 9 (  $r_7$  ) -188.062      10.0 (  $d_7$  )  
 10 (7)      像面

8  
 1.80518

$Y_3 = -0.19518 \quad \alpha_2 = 12.94946^\circ$

非球面係数

第2面 (凹面鏡6)

$K_y = 0$        $K_x = 0$   
 $AR = -0.109807 \times 10^{-5}$        $AP = -0.640989$   
 $BR = 0.281845 \times 10^{-13}$        $BP = 0.203281 \times 10^2$   
 $CR = 0$        $CP = 0$

この実施例の像歪みを図6に示す。また、この実施例の横収差図を図9に示す。表記方法は、それぞれ図4、図7と同様である。

【0028】この実施例においては、2次元表示素子7をリレー光学系8により拡大投影できるために、表示素子7として小型のものが使用でき、装置全体を小型にできるメリットがある。

【0029】なお、上記各実施例において、凹面反射鏡6は、全反射鏡のみでなく、半透過鏡で構成することもできる。半透過鏡で構成する場合は、外界像との合成ができることは周知の事実である。

【0030】以上、本発明の視覚表示装置をいくつかの実施例について説明してきたが、本発明はこれら実施例に限定されず、種々の変形が可能である。

【0031】

【発明の効果】以上の説明から明らかなように、本発明の視覚表示装置によると、ディストーションの少ない、鮮明で画角の広い頭部又は顔面装着型視覚表示装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の視覚表示装置における光束の様子を示す鳥瞰図である。

\*【図2】本発明の実施例1の視覚表示装置の光学配置を示す図である。

【図3】実施例3の光学配置を示す図である。

【図4】実施例1の像歪みを示す図である。

【図5】実施例2の像歪みを示す図である。

【図6】実施例3の像歪みを示す図である。

【図7】実施例1の横収差図である。

【図8】実施例2の横収差図である。

【図9】実施例3の横収差図である。

【図10】従来の顔面装着型視覚表示装置の平面図である。

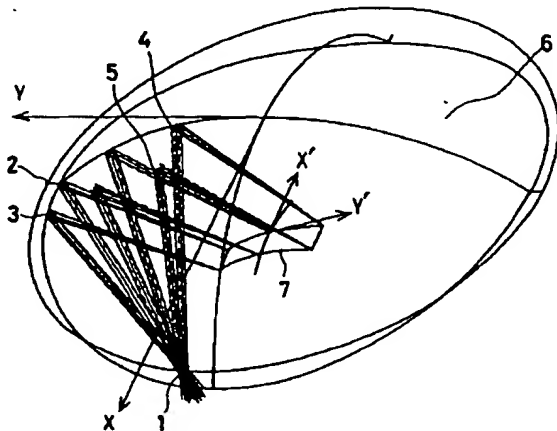
【図11】従来のトーリック面による像歪みを示す図である。

【図12】従来の楕円面による像歪みを示す図である。

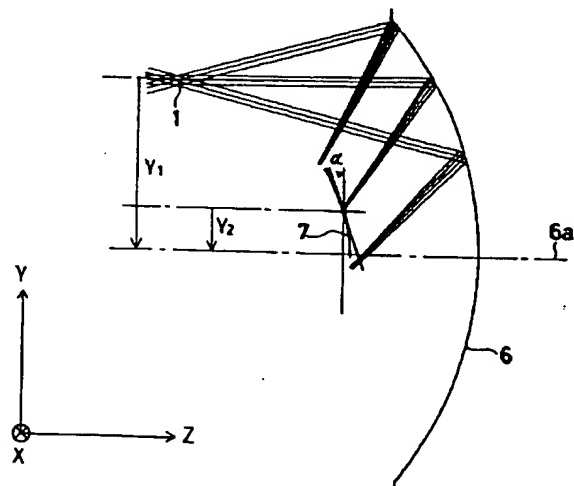
【符号の説明】

- 1…観察者虹彩位置又は眼球回旋位置
- 2…左側水平方向15°の観察画角の光束
- 3…左側15°、下方10°の観察画角の光束
- 4…右側水平方向15°の観察画角の光束
- 5…右側15°、下方10°の観察画角の光束
- 6…接眼光学系 (凹面鏡)
- 7…2次元画像表示素子又は2次元画像表示素子の投影像
- 8…リレー光学系
- 9…凹面鏡の物体面 (焦点面)
- 6a…凹面鏡の軸
- 8a…リレー光学系の光軸

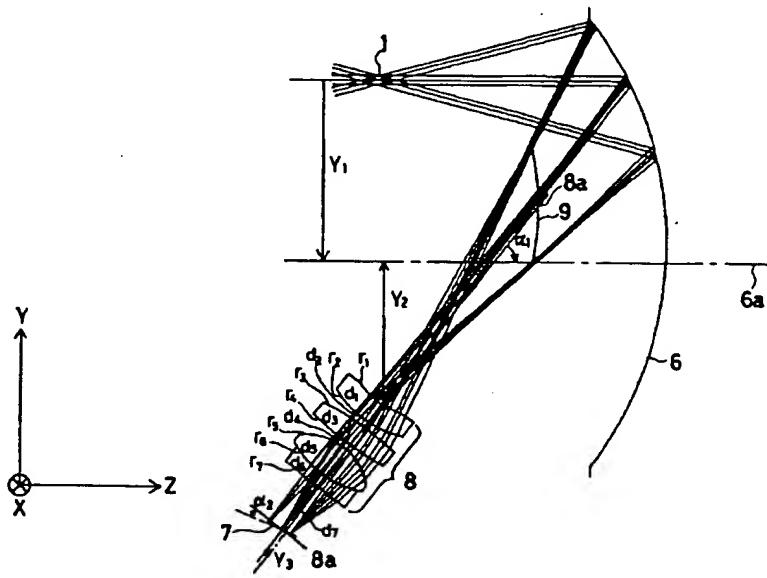
【図1】



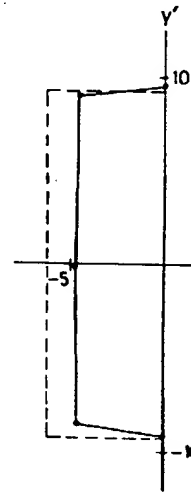
【図2】



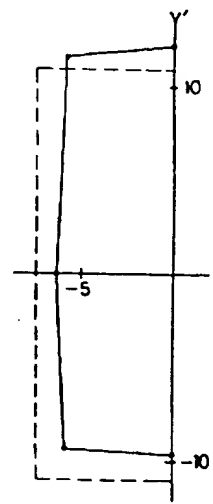
【図3】



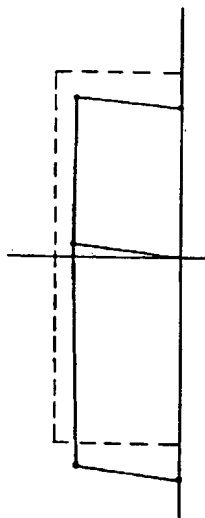
【図4】



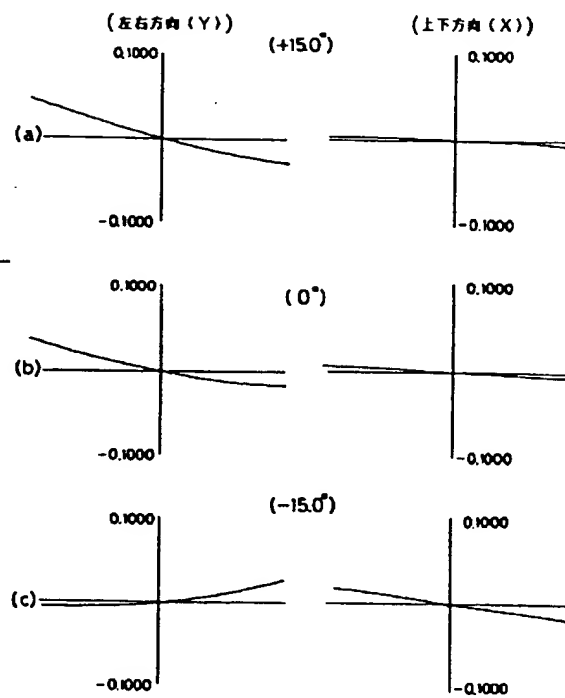
【図5】



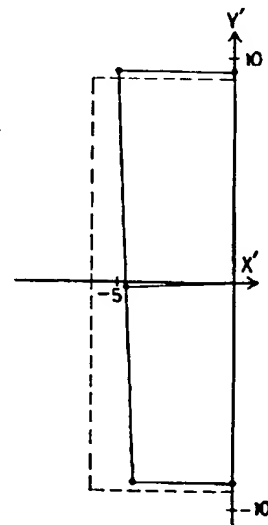
【図6】



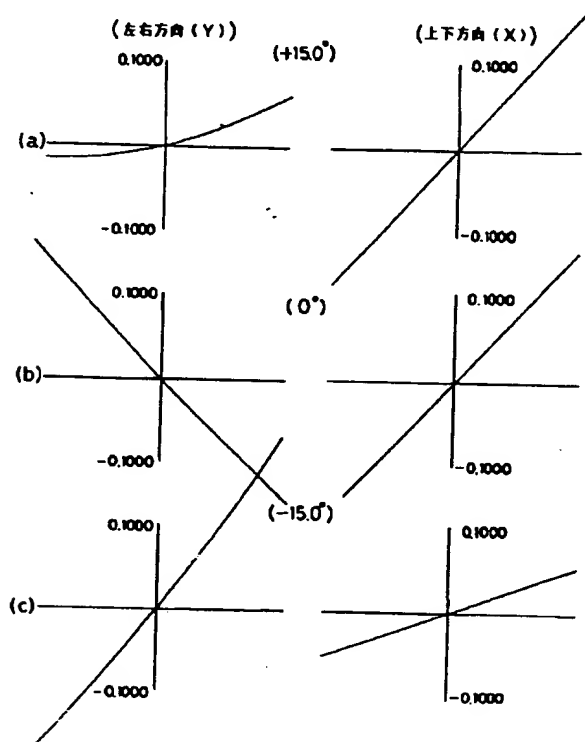
【図7】



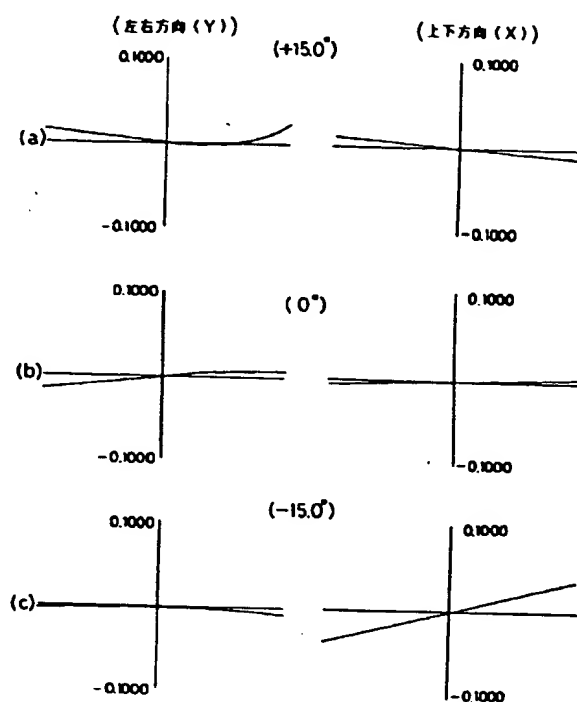
【図11】



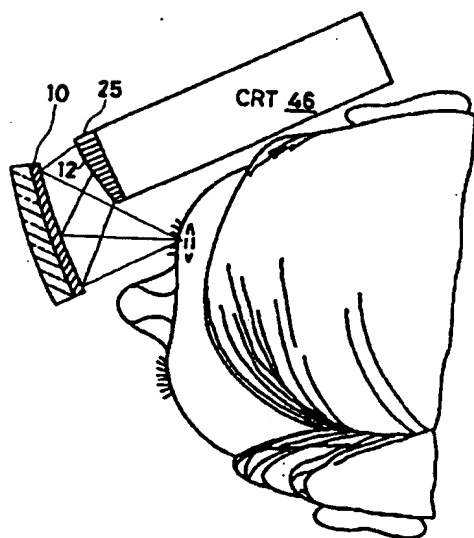
【図8】



【図9】



【図10】



【図12】

